

## MA'RUZA: KIRISH ASOSIY TUSHUNCHALAR GIPOTEZALAR.

### R JA

1. Mat riallar qarshiligi fani va uning moxiyati.
2. Konstruktsiya el m ntlari va tuzilmalari.
3. Tashqi kuchlar va ularning klassifikatsiyasi.
4. Ichki kuchlar va ularni aniqlash. K sish usuli. Kuchlanish va d formatsiya haqida tushunchalar.
5. Mat riallar qarshiligi fanida qabul qilinadigan gipot zalar (ch klanishlar).

## MATERIALLAR QARSHILIGINING ASOSIY TUSHUNCHALARI

### Materiallar qarshiligi fani haqida

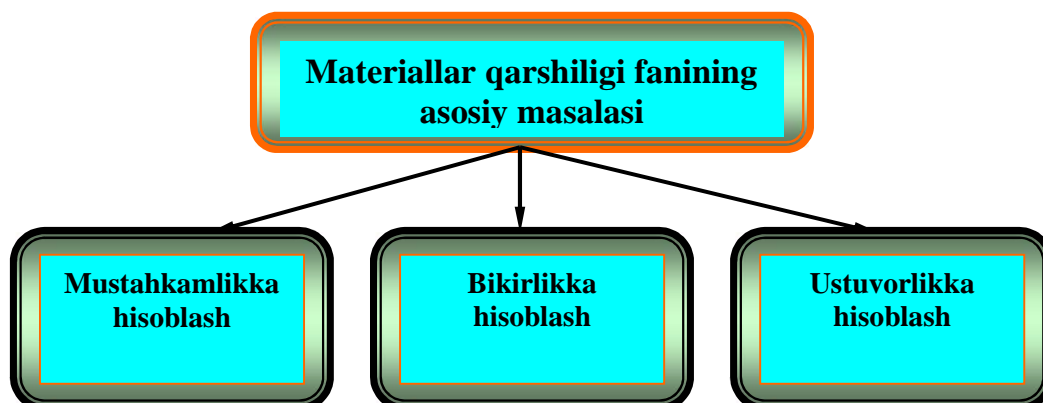
Har qanday mashina yoki insh tga nisbatan turlicha talablar qo'yiladi. Mashina va insh tlar qo'yilgan yuklar ta'siriga chidamli bo'lishi, ya'ni ishlatilish davrining b shidan xirigacha xavf-xatarsiz ishlashi kerak.

Mashina va insh tlar mustahkam bo'lish bilan birga, bikir bo'lishi ham zarur, ya'ni k nstruksiyalar yoki ularning ayrim qismlari tashqi kuchlar ta'siridan katta def rmatsiyalar h sil qilmasligi kerak. Masalan, mustahkam qilib qurilgan ko'prik ishlash davrida haddan tashqari egilib ketishi natijasida ko'ngilsiz h disalar r 'y berishi mumkin.

K nstruksiya yoki uning qismlari mustahkamligini yo'q tishdan ldin, shaklini o'zgartirish qibatida ustuv rligini yo'q tishi natijasida ham yemirilishi mumkin, bunday h llarda k nstruksiya o'z ustuv rligini yo'q tadi deb atash qabul qilingan.

K nstruksiyani va k nstruksiya qismlarini ham mustahkam, ham bikir, ham ustuv r qilishning har xil yo'llari b r, ulardan eng as siysi k nstruksiya qismlari ko'ndalang kesimining o'lchamlarini kattalashtirishdir. Bir q har qanday insh t qurish uchun mehnat ham, material ham eng kam sarf qilinishi l zim, bin barin, muhandislar tegishli his blar qilish natijasida l yihaning turli variantlarini tuzadilar va bu variantlar rasidan eng arz nini va yuq rida qo'yilgan uchta as siy talabga jav b beradiganini tanlab ladilar.

Yuq rida bayon qilinganlarga as slanib, materiallar qarshiligi fanini bunday ta'riflash mumkin: *materiallar qarshiligi mashina va insh t qismlarining mustahkam, bikir va ustuv r bo'lishini his blashda zarur bo'lgan zo'riqish va def rmatsiyalarni aniqlash usullarini o'rgatuvchi fandır.*



Materiallar qarshiligi haqidagi dastlabki nazariy ishlarni XVII asrda Galiley bajargan bo'lsa ham, amm materiallarning fizik x ssalarini e'tib rga lmaganligi sababli katta nuqs nlariga yo'l qo'ygan edi.

Materiallar qarshiligini o'rganishga as s s luvchi tajribalarni dastlab XVII asrda mashhur fiziklar: Guk, Marii tt, Dyugamel, Kul n va b shqalar o'tkazgan edi.

R ssiyada materiallar qarshiligi faniga XVIII asrdan b shlab as s s linadi, XIX asrda D.I. Juravskiy, X. S. G l vin, F. S. Yasinskiy va A. V. Gad lin kabi rus limlarning qilgan ishlari jah nga mashhur bo'ldi.

XX asrning b shlarida I. G. Bubn v, A. N, Kril v, B. G. Galyorkin, S. P. Tim shenk , P. F. Papk vich kabi limlarning ishlari materiallar qarshiligi fanining tak millashuviga katta ta'sir ko'rsatdi.

Shuningdek, N. M. Belyayev, M. M. Fil nenk -B r dich, V. A. Gastyev, A. A. Ilyushin, V. V. Sak l vskiy, X. A. Raxmatullin, V. Z. Vlas v, M. T. O'r zb yev va b shqalar materiallar qarshiligining ayrim bo'limlaridan mustaqil fanlar yaratdilar.

Shak-shubhasizki, b shqa fanlarda bo'lgani kabi, materiallar qarshiligi fanida ham h zirgacha hal qilinmagan masalalar juda ko'p, amm bular kelajakda, albatta, hal qilinadi.

### **Materiallar qarshiligi va nazariy mexanika**

Nazariy mexanika m ddiy nuqtalar va material nuqtalar sistemasining harakati hamda ularning muv zanatini tekshiradi. Nuqtalar sitemasining ddiy mis li tariqasida abs lyut qattiq jismni lish mumkin. Abs lyut qattiq jismga tashqi kuch ta'sir qilganda uning zarrachalari ralig'i, ya'ni jismning shakl va o'lchamlari o'zgar olmaydi. Nazariy mexanikaning q nun va f rmulalari def rmatsiyasi e'tib rga linmaydigan jismlar uchungina to'g'ridir. Masalan, juda bikir qilib tayyorlangan mexanizm zven larining def rmatsiyalari e'tib rga linmaganligidan ularning tezlik va tezlanishlari qattiq jismlar mexanikasining q idalari as sida his blanganda ham aniq natijalar chiqadi. Statik aniq to'sinlarning reaksiyalarini, statik aniq fermalarning sterjenlaridagi zo'riqishlarni t pishda shu k nstruksiyalarning qismlari bikir bo'lganligi uchun statika tenglamalaridan f ydalaniladi. Abs lyut qattiq jismlar mustahkamligini va bikiriligini his blashning hech qanday ma'n si yo'q, chunki, ular def rmatsiyalanmasligi va yemirilmisligi l zim, bu esa abs lyut qattiq jism degan n mning o'zidan ravshan. Shu bilan birga, statikaning ayrim masalalari, chun nchi reaksiya va zo'riqish kuchlarini t pish masalasi b rki, bunday h llarda jismlarning shakli va o'lchamlari o'zgarishini his bga lmay bo'lmaydi. Bunday masalalar statik aniqmas masalalardir.

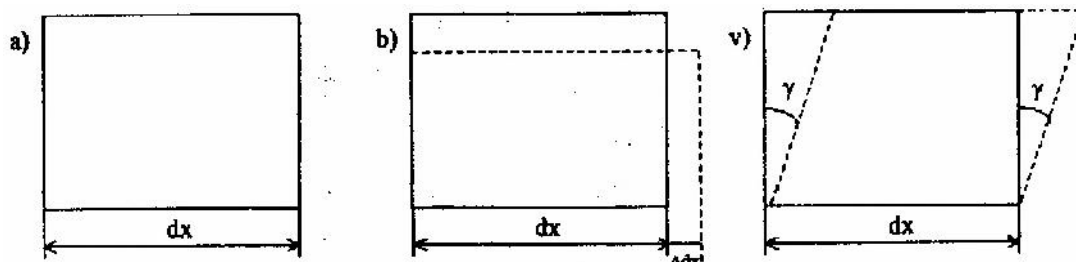
Materiallar qarshiligi nazariy mexanikaga ko'p jihatdan o'xshab ketadi. Darhaqiqat, ikki fan ham insh t qismlariga kuchlarning ko'rsatgan ta'sirini o'rganadi. Nazariy mexanikada jismlar abs lyut qattiq deb qaraladi. Bir q, materiallar qarshiligida masalalarning qo'yilishi nazariy mexanikadagidan bir muhim xususiyati jihatidan farq qiladi, ya'ni materiallar qarshiligida jismlar tashqi kuch ta'sirida o'z ge metrik shaklini ma'lum darajada o'zgartiradi deb qaraladi. Jismlarning o'z ge metrik shaklini o'zgartirishi *def rmatsiya* deb ataladi.

Agar jismda tashqi kuch ta'siridan h sil bo'lgan def rmatsiya kuch lingach yo'q lib ketsa, bunday def rmatsiya *elastik def rmatsiya* deyiladi. Agar jismdan tashqi kuch linganda def rmatsiya yo'q lmasa, bunday def rmatsiya *q ldiq* yoki *plastik def rmatsiya* deb ataladi.

Def rmatsiyalar xarakteri kuchning miqd riga b g'liq. Bir r def rmatsiyani vujudga keltirayotgan kuchning miqd ri ma'lum chegaradan rtib ketmasa, jismda faqat elastik def rmatsiya vujudga keladi, aks h lda q ldiq def rmatsiya ham h sil bo'ladi.

Ma'lumki, insh tlarning qismlarida q ldiq def rmatsiya vujudga kelishiga yo'l qo'ymaslik zarur.

Agar jismning sirtida uzunligi  $dx$  bo'lgan bir to'g'ri to'rtburchak tsak (1-shakl, a) def rmatsiyadan keyin to'g'ri to'rtburchak t m nlarining uzunligi qisqaradi yoki uzayadi (1-shakl, b), t m nlarining o'zi esa avvalgi h latiga nisbatan g'adi (1-shakl, v).



1-shakl

To'g'ri to'rtburchak t m nlarining uzunligining yoki umuman jism sirtida chizilgan kesma uzunligining o'zgarishi *chiziqli def rmatsiyasi* deyiladi. To'g'ri to'rtburchak t m nlarining rasidagi to'g'ri burchakning o'zgarishi ( ) *burchak def rmatsiyasi* yoki *siljish def rmatsiyasi* deyiladi; bunda g siljish burchagi.

Bo'ylama o'lchamning uzayishi *to'la cho'zilish* yoki *abs lyut cho'zilish* deb, bo'ylama o'lchamning qisqarishi esa *abs lyut qisqarish* deb ataladi. Abs lyut cho'zilish yoki abs lyut qisqarish kesma o'lchami belgilangan harfga qarab,  $dx$ ,  $l$  kabi harflar rqli belgilanadi. Ko'pgina h llarda kesmaning uzunlik birligiga to'g'ri keladigan def rmatsiyalar har jihatdan qulay bo'ladi, chun nchi:

$$\nu = \frac{\Delta dx}{dx} \text{ yoki } \nu = \frac{\Delta l}{l}$$

Bunday def rmatsiyalar nisbiy def rmatsiya deyiladi; nisbiy def rmatsiya o'lchamsiz miqd r bo'ladi. Demak, sterjenning def rmatsiyasi ( ) chiziqli va ( ) siljish def rmatsiyalaridan ib rat bo'lar ekan.

### Konstruksiya elementlari va ularning tuzilishi

Turmushda uchraydigan konstruksiya turlari xilma-xil bo'lib, ancha murakkab tuziladi. Ularning elementlari esa ddiy ko'rinishga ega bo'lib, quyidagi: g'ola, plastinka yoki plita, q biq, **vazmin-zamin**, sterjen, to'sin va ramalardan ib rat bo'ladi. Ko'ndalang kesim o'lchamlari uzunlik o'lchamiga qaraganda yetarlicha kichik bo'lgan jismlar g'ola deb ataladi.

Zismning qalinligiga nisbatan qolgan ikki o'lchami katta bo'lsa, bunday jism plita yoki plastinka deyiladi.

Agar jism egri sirt bilan chegaralangan bo'lsa, bu jism qobiq deb ataladi.

Uch o'lchovi bir xil tartibda bo'lgan jismlar massiv deyiladi, masalan, binolarning vazmin poydevorlari, koprik tayanchlari va shunga o'xshashlar massivlardir.

Bir necha sterjenning sharnirlar yordamida tutashtirilishidan hosil bo'lgan sistema geometric o'zgarmas bo'lsa, bunday sistema ferma deb ataladi. Ferma sterjenlarida sharnirlar bo'lganligi uchun ular faqat sho'zilish yoki siqilishga qarshilik ko'rsatadi.

### Sirtqi kuchlar va ularning klassifikatsiyasi

Konstruksiyalarga ta'sir etuvchi kuchlar, as san **sirtqi** va **hajmiy** kuchlar kabi ikki guruhga bo'linadi.

Jismga qo‘shni ikkinchi jismdan o‘tadigan kuchlar **sirtqi kuchlar** deyiladi.

Jismning barcha ichki nuqtalariga ta‘sir qiluvchi kuchlar **hajmiy kuchlar** deyiladi. Bunga harakatlanayotgan jismning o‘z g‘irligidan h sil bo‘ladigan **inersiya kuchi** mis l bo‘ladi.

Tashqi kuchlar bir nuqtaga qo‘yilgan yoki **tekis taqsimlangan bo‘ladi**. Kuchlar bundan tashqari statik va **dinamik** kuchlarga bo‘linadi.

1960 yilda halqar o‘lch v birliklari tizimi kiritildi. Bu sistema **SI (Si)** sistemasi deb ataladi. Bu sistemaga ko‘ra as siy o‘lch v uchun 1 kg massa qabul qilindi va kuch o‘lch vi uchun undan kelib chiquvchi miqd r qabul qilindi. **SI** sistemasida kuchning o‘lch v birligi etib 1kg massaga 1 m/s<sup>2</sup> tezlanish beruvchi kuch qabul qilinadi. **Bu o‘lch v 1 N deb qabul qilindi.**

$$1 \text{ kg} \cdot \text{k} = 9,81 \text{ N} \quad 10 \text{ N},$$

$$1 \text{ N} = 10^{-6} \text{ MN} \text{ demak } 1 \text{ t.k} = 10^{-2} \text{ MN},$$

$$1 \text{ MN} = 10^6 \text{ N}.$$

Shu tufayli massa o‘lch vi quyidagicha bo‘ladi:

$$1 \text{ kg} = 0,1 \text{ kg} \cdot \text{k} \text{ s}^2/\text{m},$$

$$\text{chunki } 1 \text{ kg} \cdot \text{k} = 9,81 \text{ kg m/s}^2.$$

B sim (kuchlanish)

$$1 \text{ kg k/sm}^2 = 10 \text{ N/sm}^2 = 10^5 \text{ N/m}^2 = 10^{-1} \text{ MN/m}^2.$$

Ish (energiya)

$$1 \text{ kg} \cdot \text{k} \text{ m} = 10 \text{ Nm} = 10^{-5} \text{ MN m},$$

$$1 \text{ N m} = 10^{-1} \text{ kg} \cdot \text{k} \text{ m} = 10^{-4} \text{ t.k m}.$$

**SI** tizimida ish birligi uchun *IN* kuchni *Im* yo‘lda bajargan ishi qabul qilindi. Bunga «J ul» deyiladi va *J* harfi bilan belgilanadi.

### Ichki kuchlar. Kesish usuli

Tashqi kuchlar ta‘sirida g‘o‘la def rmatsiyalanadi va uning ko‘ndalang kesimlarida **ichki kuchlar** (kesilgan bo‘lak zarrachalarining o‘zar ta‘sir kuchlari) h sil bo‘ladi. Bularni ko‘pincha, **zo‘riqish** kuchlari deyiladi. Zarrachalar muv zanatini saql vchi reaksiya kuchlari **ichki kuchlar** yoki **zo‘riqish kuchlari** deyiladi. G‘o‘la kesimlarida h sil bo‘ladigan zo‘riqish kuchlarining teng ta‘sir etuvchisini t pish uchun kesish usulidan f ydalaniladi.

G‘o‘laga qo‘yilgan  $P_1, P_2, P_3, P_4$  kuchlar sistemasi ta‘siridan uning tayanchlarida  $P_5, P_6$  reaksiya kuchlari h sil bo‘ladi (tayanchlar chizmada ko‘rsatilmagan).

G‘o‘laning bir r kesimidagi ichki kuchlarni aniqlash uchun quyidagi to‘rtta ish ketma-ket bajarilishi l zim:

1) g‘o‘laning bir r nuqtasidagi zo‘riqish kuchini aniqlash uchun, g‘o‘la shu nuqtadan o‘tuvchi p tekislik bilan fikran kesilib, ikkita – A va B qismlarga ajraladi;

2) ajratilgan qismlarning biri, masalan, o‘ng t m ni tashlab yub rilib, chap t m ni q ldiriladi. Bunda q lgan qismning muv zanati buziladi;

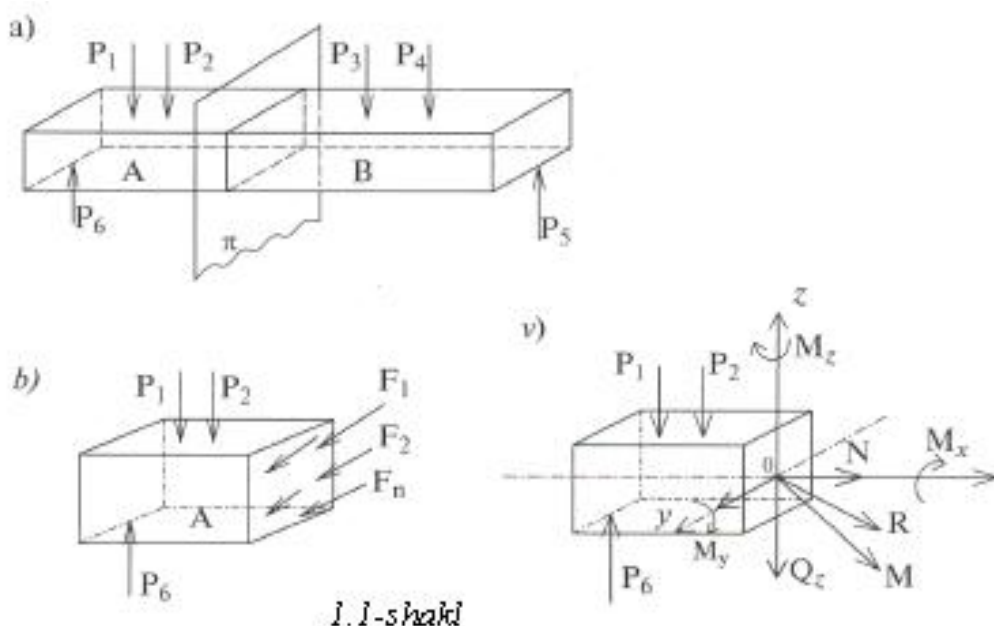
3) tashlangan qismning q lgan qismiga ilgari ko‘rsatgan ta‘siri  $F_1, F_2, \dots, F_n$  kuchlar bilan almashtiriladi, bu kuchlar kesim yuzi bo‘yicha taqsimlanadi ya‘ni ular kesimning har bir nuqtasiga qo‘yilgan bo‘lishi kerak;

4) q ldirilgan chap qismining muv zanat sharti yoziladi.

Agar g'olaning q ldirilgan qismiga ta'sir qilgan hamma kuchlar bir tekislikda bo'lsa, statikaning quyidagi muv zanat tenglamalaridan f ydalanish mumkin:

$$\sum X = 0; \quad \sum Y = 0; \quad \sum M = 0. \quad (1.1)$$

N ma'lum ichki kuchlarning s ni cheksiz ko'p bo'lgani sababli ularni (1.1) tenglamalar v sitasida t pib bo'lmaydi. Bin barin tashqi kuchlar ta'siridan g'olada h sil bo'ladigan def rmatsiyani tekshirishga to'g'ri keladi. **Def rmatsiyaga qarab**, g'olaning ko'ndalang kesim yuzasida **ichki kuchlarning taqsimlanish q nunini** bilamiz, shundan so'ng esa g'olaga qo'yilgan kuchlarni bir **b sh vekt r** va bir **b sh m mentga** keltirib, masalani (1.1) tenglamalar yordamida yecha lamiz



1.1-shakl

Shunday qilib, ichki kuchlarni to'la-to'kis aniqlash uchun uning quyidagi uch t m nini tekshirish kerak bo'ladi:

- a) statik t m ni, ya'ni g'olaning tekshirilayotgan qismi uchun muv zanat tenglamalari tuziladi;
- b) geometrik t m ni, ya'ni g'olaning def rmatsiyasini tekshirish;
- v) fizik t m ni, ya'ni g'ola def rmatsiyasi bo'yicha ichki kuchlarning taqsimlanish q nunini bilish.

Yuq ridagi bayon etilgan ishlar bajarilgandan so'ng ichki kuchlarni (zo'riqish kuchlarini) aniqlay lamiz.

### Kuchlanishlar

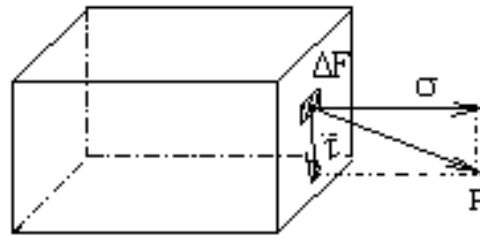
Yuq rida ichki kuchlarni kesim yuzasiga tekis taqsimlangan va bu yuzaning har bir nuqtasiga quyilgan deb faraz qilgan edik. Bir r kesimning ma'lum nuqtasidagi ichki kuch intensivligining (jadalligining) miqd rini aniqlash uchun **kuchlanish** tushunchasi kiritiladi.

Kesimning bir r nuqtasida A elementar yuzachaga ta'sir etayotgan ichki kuchlarning teng ta'sir etuvchisi P bo'lsin. U h lda,

$$P_{or} = \frac{\Delta P}{\Delta A} \quad (1.2) \quad \text{ga o'rtacha kuchlanish deyiladi.}$$

$$P = \lim_{\Delta F \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta A} \quad (1.3) \quad \text{ga haqiqiy kuchlanish deyiladi.}$$

Kuchlanishning o'lch v birligi  $N/m^2$ .



1.2-shakl

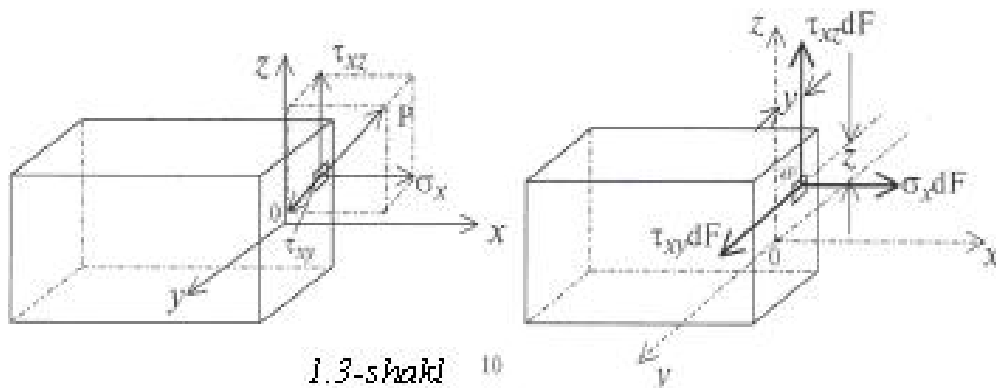
Kesimning bir r nuqtasiga ta'sir etayotgan  $P$  kuchlanishni kesim yuzasiga perpendikulyar va parallel yo'nalgan ikkita tashkil etuvchiga ajratamiz. Bu tashkil etuvchilarni  $\sigma$  - n rmal kuchlanish,  $\tau$  - urinma kuchlanish deyiladi.

Bu uchchala kuchlanishlar  $P$  rasida quyidagicha mun  $P$  sabat o'rinni bo'ladi:

$$P = \sqrt{\tau^2 + \sigma^2} \quad (1.4)$$

Kelgusida faqat  $\sigma$  rmal va  $\tau$  urinma kuchlanishlar bilan ish ko'ramiz.

Ba'zi h llarda  $P$  vekt rni uchta k r dinata o'qlariga parallel tashkil etuvchilarga ajratish qulay bo'ladi.



1.3-shakl

Bular  $\sigma_x, \tau_{xy}, \tau_{xz}$  lardir.

Endi g'o'lanning ko'ndalang kesimidagi kuch fakt rleri bilan kuchlanishlar  $P$  rasidagi mun sabatlarni tuzamiz:  $\sigma_x, \tau_{xy}, \tau_{xz}$  kuchlanishlarni  $dF$  elementar yuzachaga ko'paytirib, elementar ichki kuchlarni aniqlaymiz:

$$\left. \begin{aligned} dN_x &= \sigma_x \cdot dF; \\ dQ_y &= \tau_{xy} \cdot dF; \\ dQ_z &= \tau_{xz} \cdot dF. \end{aligned} \right\}$$

bu elementar ichki kuchlarni g'o'la ko'ndalang kesim yuzasi bo'yicha yig'ib, b sh vekt rning tashkil etuvchilari uchun quyidagi if dalarni h sil qilamiz:

$$N_x = \int_F \tau_{xx} dF;$$

$$Q_y = \int_F \tau_{xy} dF;$$

$$Q_z = \int_F \tau_{xz} dF.$$

Har qanday elementar ichki kuchni tegishli o'qqacha bo'lgan mas faga ko'paytirib, ularning elementar momentlarini aniqlaymiz:

$$M_x = \tau_{xy} dF \cdot z + \tau_{xz} dF \cdot y;$$

$$dM_y = \tau_{xx} dF \cdot z;$$

$$dM_z = \tau_{xx} dF \cdot y.$$

Bu elementar momentlarni ko'ndalang kesim yuzi bo'yicha yig'ib, b sh moment tashkil etuvchilarini aniqlaymiz:

$$M_x = \int_F (z \cdot \tau_{xy} + y \cdot \tau_{xz}) dF;$$

$$M_y = \int_F \tau_{xx} \cdot z dF;$$

$$M_z = \int_F \tau_{xx} \cdot y dF.$$

Bu formulalar yordamida ichki kuch fakt rlaridan kuchlanishlarni aniqlash mumkin.

### Materiallar qarshiligi fanida qabul qilingan gip tezalar

Konstruksiya elementlarini his blash ishlarini s nlashtirish maqsadida quyidagi gip tezalar qabul qilinadi:

**1-gip teza.** Jism materiali yaxlit (g' vaksiz) deb his blanadi. Bu gip teza real materiallar uchun matematik analizning uzluksiz funksiya f rmulalarini ishlatishga as s bo'ladi.

**2-gip teza.** Jism materiali bir jinsli va iz tr p deb linadi, ya'ni material har bir nuqtasida turli t m nga qarab bir xil ususiyatga ega deb his blanadi.

**3-gip teza.** Jism kuch qo'yilishdan l din unda b shlang'ich zo'riqish kuchlari bo'lmaydi deb faraz qilinadi.

**4-gip teza.** Kuchlar ta'sirining mustaqillilik prinsipi. Bu prinsipga ko'ra kuchlar sistemasi ta'sirining natijasi bu kuchlarni yoki ketma-ket, yoki tartibsiz qo'yilishidan h sil bo'ladigan ta'sirlar natijasi teng deb faraz qilinadi.

«**Ta'sir natijasi**» deganda jismda ichki kuch ta'siridan uning ayrim nuqtalarida h sil bo'ladigan def rmatsiya va ko'chishlar tushuniladi.

Bu prinsipdan nazariy mexanikada foydalanilsada, def rmatsiyala-nuvchi jismlar uchun undan quyidagi ikki shart:

1) jismning istalgan nuqtasidagi ko'chish uning o'lchamlariga nisbatan juda ham kichik bo'lishi sharti;

2) ko'chishlar def rmatsiyalarning natijasi bo'lganligidan, u ta'sir etuvchi kuchlarga pr p rsi nal, ya'ni chiziqli b g'langan bo'lishi sharti bajarilgan taqdirdagina f ydalanishi mumkin.

## **5 – Gip teza. Sen-Venan prinsipi.**

Jismga qo'yilgan kuchning ta'sir nuqtasidan yetarlicha uz qda j ylashgan nuqtalarda h sil bo'ladigan ichki kuchlar xarakteri tashqi kuchning ta'sir xarakteriga b g'liq emas. Bu prinsip as sida, jismga u qadar katta bo'lmagan yuzachalarda taqsimlangan kuchlar shu kuchlarning teng ta'sir etuvchisini if dal vchi bitta bir nuqtaga qo'yilgan kuch bilan almashtirilishi mumkin, buning natijasida his b-kit b ishi s ddalashadi.